

**FUEL CELL**

Patent Number: JP7249419  
Publication date: 1995-09-26  
Inventor(s): GOTO MASAHIRO; others:  
Applicant(s): HITACHI LTD  
Requested Patent: ☐ JP7249419  
Application JP19940037245 19940308  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01M8/02  
EC Classification:  
Equivalents: JP2837625B2

---

**Abstract**

---

**PURPOSE:**To even temperature and current density within the cell surface of each unit cell for forming a fuel cell.

**CONSTITUTION:**Grooves 50, 60 are provided in a separator 1 of a unit cell to form a fuel gas flow passage 5 and an oxidant gas flow passage 6. Flow quantity control valves 59, 69, of which open degree is changed in response to the temperature, are provided in each groove 50, 60. When the temperature abnormally rises, the flow quantity control valve 59 arranged in the fuel gas flow passage 5 is closed to reduce the flow quantity of the fuel gas flowing in the groove 50. When the temperature abnormally rises, the flow quantity control valve 69 arranged in the oxidant gas flow passage 6 is opened to increase the quantity of the oxidant gas. Temperature control is performed from both views of the cooling ability and the quantity of heat generation so as to eliminate the temperature distribution within the cell surface, and the cell performance is stabilized and the lifetime thereof is prolonged.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 M 8/02

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

R 9444-4K

審査請求 有 請求項の数20 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平6-37245

(22) 出願日 平成6年(1994)3月8日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 後藤 正博

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会  
社日立製作所日立工場内

(72) 発明者 大塚 馨象

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会  
社日立製作所日立工場内

(72) 発明者 加原 俊樹

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会  
社日立製作所日立工場内

(74) 代理人 弁理士 富田 和子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池

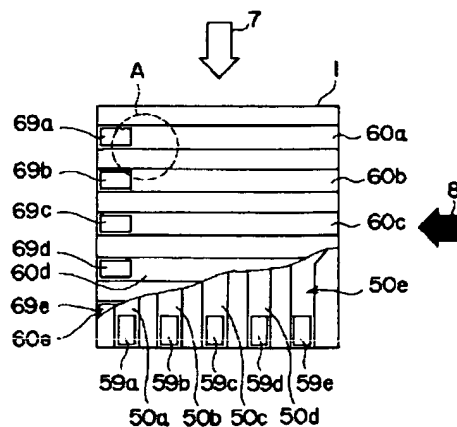
(57) 【要約】

【目的】 燃料電池を構成する各ユニットセルのセル面内における温度、電流密度の均一化を図ることを目的とする。

【構成】 ユニットセルのセパレータ1に溝50、60を設けて、ここを燃料ガス流路5、酸化剤ガス流路6とする。そして、各溝50、60ごとに、温度に応じて開度に変化する流量調節弁59、69を設ける。燃料ガス流路5に配置される流量調節弁59は、温度が異常に高くなると閉じて当該溝50を流れる燃料ガスの流量を減らす。一方、酸化剤ガス流路6に配置される流量調節弁69は、温度が異常に高くなると開いて当該溝60を流れる酸化剤ガスの量を増やす。

【効果】 冷却能力および発熱量の両面から温度制御を行うことによって、セル面内温度分布を解消させ、セル性能の安定化および長寿命化を図ることができる。

図4



【特許請求の範囲】

【請求項1】アノード電極と、カソード電極と、上記アノード電極と上記カソード電極との間に配置され、電解質を保持する電解質保持部材と、上記アノード電極に接して配置された燃料ガス流路と、上記カソード電極と接して配置された酸化剤ガス流路と、上記燃料ガス流路中に配置され、当該燃料ガス流路内の温度に応じて開度の変化する燃料流量制御弁と、を含んで構成されることを特徴とする燃料電池。

【請求項2】上記酸化剤ガス流路内に配置され、当該酸化剤ガス流路内の温度に応じて開度の変化する酸化剤ガス流量制御弁をさらに有すること、を特徴とする請求項1記載の燃料電池。

【請求項3】アノード電極と、カソード電極と、上記アノード電極と上記カソード電極との間に配置され、電解質を保持する電解質保持部材と、上記アノード電極に接し、互いに並列的に配置された複数の燃料支流路を含んで構成される燃料ガス流路と、上記カソード電極と接して配置された酸化剤ガス流路と、上記燃料支流路を流れる燃料ガスの流量を、各燃料支流路ごとに調整可能な燃料流量制御手段を有すること、を特徴とする燃料電池。

【請求項4】上記燃料流量制御手段は、上記燃料支流路それぞれを通過する燃料ガスの温度に応じて、当該燃料支流路を通過する燃料ガスの流量を調整するものであること、を特徴とする請求項3記載の燃料電池。

【請求項5】上記燃料流量制御手段による流量調整は、上記燃料ガスの温度が高い時には当該燃料支流路を流れる燃料ガスの流量を減少させ、上記燃料ガスの温度が低い時には当該燃料支流路を流れる燃料ガスの流量を増大させる方向になされるものであること、を特徴とする請求項4記載の燃料電池。

【請求項6】上記温度は、上記燃料支流路の出口部における温度であること、を特徴とする請求項4または5記載の燃料電池。

【請求項7】上記燃料流量制御手段は、バイメタルを含んで構成された弁を有すること、を特徴とする請求項4または5記載の燃料電池。

【請求項8】上記燃料流量制御手段は、形状記憶合金を含んで構成された弁を有すること、を特徴とする請求項4または5記載の燃料電池。

【請求項9】上記弁は、上記燃料支流路の出口部に配置されていること、を特徴とする請求項7または8記載の燃料電池。

【請求項10】上記燃料流量制御手段は、

上記燃料ガスの温度を検出する温度検出手段と、上記温度検出手段の検出結果に応じて開度に変化する弁と、を含んで構成されることを特徴とする請求項4または5記載の燃料電池。

【請求項11】上記アノード電極と隣接して配置されたセパレータを有し、上記セパレータは、上記アノード電極との対向面に、上記燃料ガス支流路の一部を構成する溝を備え、上記弁は、上記溝内に配置されていることを特徴とする請求項7、8、9または10記載の燃料電池。

【請求項12】上記酸化剤ガス流路は、互いに並列的に配置された複数の酸化剤支流路を含んで構成され、上記酸化剤支流路を流れる酸化剤ガスの流量を、各酸化剤支流路ごとに調整可能な酸化剤流量制御手段をさらに有すること、を特徴とする請求項3、4、5または6記載の燃料電池。

【請求項13】上記酸化剤流量制御手段は、上記酸化剤支流路を通過する酸化剤ガスの温度に応じて、当該酸化剤支流路を通過する酸化剤ガスの流量を調整するものであること、を特徴とする請求項12記載の燃料電池。

【請求項14】上記酸化剤流量制御手段は、上記酸化剤ガスの温度が高いと当該酸化剤支流路を流れる酸化剤ガスの流量を減少させ、上記酸化剤ガスの温度が低いと当該支流路を流れる酸化剤ガスの流量を増大させるものであること、を特徴とする請求項13記載の燃料電池。

【請求項15】上記アノード電極と、電解質保持部材と、カソード電極とは積層して配置されており、上記積層方向から見て、上記燃料支流路と、上記酸化剤支流路とは、互いに交差する向きに設けられていること、を特徴とする請求項12または13記載の燃料電池。

【請求項16】上記燃料ガス流路は、上記燃料支流路を互いにつなぐ燃料バイパス流路をさらに備え、上記燃料流量制御手段は、上記燃料支流路を流れる燃料ガスの流量を上記燃料バイパス流路との交差点の前側と後側とで独立的に調整可能であること、を特徴とする請求項3または12記載の燃料電池。

【請求項17】上記酸化剤ガス流路は、上記酸化剤支流路を互いにつなぐ酸化剤バイパス流路をさらに備え、上記酸化剤流量制御手段は、上記酸化剤支流路を流れる酸化剤ガスの流量を上記酸化剤バイパス流路との交差点の前側と後側とで独立的に調整可能であること、を特徴とする請求項16記載の燃料電池。

【請求項18】アノード電極と、カソード電極と、上記アノード電極と上記カソード電極との間に配置さ

れ、電解質を保持する電解質保持部材と、  
上記アノード電極に接して配置された燃料ガス流路と、  
上記カソード電極に接して配置され、互いに並列的に配置された複数の酸化剤支流路と、該酸化剤支流路間をつなぐ酸化剤バイパス流路とを含んで構成された酸化剤ガス流路と、  
上記燃料支流路を流れる燃料ガスの流量を、各酸化剤支流路ごとに、かつ、上記酸化剤バイパス流路との交差点の前側と後側と独立的に調整可能な酸化剤流量制御手段と、  
を有することを特徴とする燃料電池。

【請求項 19】アノード電極に接して配置された燃料ガス流路を通過してきたガスの温度に応じて、当該燃料ガス流路を流れる燃料ガス流量を変更すること、  
を特徴とする燃料電池の制御方法。

【請求項 20】上記流量の変更は、上記温度が高いと上記流量を減少させ、上記温度が低いと上記流量を増大させる方向に行われるものであること、  
を特徴とする請求項 19 記載の燃料電池の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、燃料電池に係り、特にセル面内における温度分布の均一化を図った燃料電池に関する。

【0002】

【従来の技術】燃料電池は、電気化学反応を利用して、化学エネルギーを電気エネルギーに直接変換するものであり、クリーン、且つ、エネルギー変換効率の高い発電方法として注目され、実用化に向けて研究開発が精力的に進められている。

【0003】燃料電池を発電システムとして使用するためには、長期間に渡って、安定的に電気化学反応を行わせる必要がある。そして、そのためには、電池の温度を一定に保持しておかなければならない。電池温度が低すぎると電池性能が低くなり、反対に、温度が高すぎると電池の寿命が短くなる。従って、温度制御は燃料電池にとって大変重要な要素である。なお、温度は使用する電解質の種類によって異なり、例えば、リン酸型では 200℃程度、熔融炭酸塩型では 650℃程度、固体電解質型では 1000℃程度である。

【0004】ところで、電池一つ一つは、発生電圧が小さいため、燃料電池として使用するためには、一般に、多数の単電池（セル）を積み重ねて構成する必要がある。セルの温度は個々のセル毎に異なるため、上記温度制御は燃料電池全体としてまとめて行うだけでは不十分である。温度制御は、各々のセル毎に独立して行う必要がある。

【0005】さらには、電池の温度分布は、様々な条件（例えば、燃料ガス流量、酸化剤ガス流量、電解質板の状態、アノード電極の状態カソード電極の状態）が複合

して作用するため、一つのセルについても、その位置によって、電極面内の発電量と発熱量が異なる。その結果、同一のセル面内においても、温度の高い所と低い所ができる。従って、一つのセル内における温度分布も均一化することが必要となる。

【0006】このような温度制御を実現すべく、従来から様々な技術が提案されている。例えば、特開昭 63-16562 号では、セル温度に応じて作動するガス流量制御板を備えた冷却板を、数セルおきに設置している。そして、冷却板内部のガス流量を制御することによって、セル温度分布の均一化を図ろうとしている。

【0007】また、特開昭 63-41769 号、特開昭 613-58173 号のように、温度変化に応じて変形し、ガス流量を制御する部材（例えば、バイメタル）を備えた、放熱板を設けた例もある。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来技術は、燃料電池高温部を冷却するために専用の冷却装置を取付けたものである。そのため、装置全体が、大型化、複雑化するという欠点があった。また、装置の小型化点・簡略化を優先すれば、放熱効果、温度分布均一効果が小さくなってしまいう問題があった。

【0009】また、上記従来技術における温度制御は、基本的に、高温部分を流れる冷却流体（この場合、酸化ガス）の流量を増大させることによって、該酸化ガスが奪う熱の量を増大させるというものであった。つまり、基本的に、冷却能力（＝熱を奪う能力）を増大させることのみに頼ったものであった。従って、後述する変換効率との兼ね合いもあり、十分な温度制御を行うことができないという問題があった。

【0010】さらに、上記従来技術では、同一セル面内における温度制御を十分に決め細かく行うことができなかった。つまり、同一のセル面内においては、高温部は、スポット状に分布していることが多い。これに対し酸化ガスは、一セル面内において、一定の方向に流れて行くものである。そのため、該高温部を最適な温度に維持しようとする、該高温部の周辺（特に、該高温部の上流部分）における温度が低下してしまうという問題があった。そして、これは、燃料電池最大のセールスポイントである、電気エネルギーへの変換効率を低下させてしまうという結果をもたらしていた。逆に、このような点を考慮すると、あまり酸化ガスの流量を増やすことはできず、温度の調整可能な範囲には限りがあった。

【0011】本発明は、装置全体の大型化、複雑化を招くことなく、各セルのセル面内における電流密度、温度分布の均一化を図った燃料電池を提供することを目的とする。

【0012】本発明は、冷却流体の流量の調整のみに頼ること無く、温度制御を行うことのできる燃料電池を提供することを目的とする。

【0013】本発明は、異常部分以外の部分に与える影響を最小限に押えつつ、よりの確な温度制御を可能とした燃料電池を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するためになされたもので、その第1の態様としては、アノード電極と、カソード電極と、上記アノード電極と上記カソード電極との間に配置され、電解質を保持する電解質保持部材と、上記アノード電極に接して配置された燃料ガス流路と、上記カソード電極と接して配置された酸化剤ガス流路と、上記燃料ガス流路中に配置され、当該燃料ガス流路内の温度に応じて開度の変化する燃料流量制御弁と、を含んで構成されることを特徴とする燃料電池が提供される。

【0015】この場合、上記酸化剤ガス流路内に配置され、当該酸化剤ガス流路内の温度に応じて開度の変化する酸化剤ガス流量制御弁をさらに有することが好ましい。

【0016】本発明の第2の態様としては、アノード電極と、カソード電極と、上記アノード電極と上記カソード電極との間に配置され、電解質を保持する電解質保持部材と、上記アノード電極に接し、互いに並列的に配置された複数の燃料支流路を含んで構成される燃料ガス流路と、上記カソード電極と接して配置された酸化剤ガス流路と、上記燃料支流路を流れる燃料ガスの流量を、各燃料支流路ごとに調整可能な燃料流量制御手段を有することを特徴とする燃料電池が提供される。

【0017】上記燃料流量制御手段は、上記燃料支流路それぞれを通過する燃料ガスの温度に応じて、当該燃料支流路を通過する燃料ガスの流量を調整するものであることが好ましい。

【0018】上記燃料流量制御手段による流量調整は、上記燃料ガスの温度が高い時には当該燃料支流路を流れる燃料ガスの流量を減少させ、上記燃料ガスの温度が低い時には当該燃料支流路を流れる燃料ガスの流量を増大させる方向になされるものであってもよい。

【0019】上記温度は、上記燃料支流路の出口部における温度であることが好ましい。

【0020】上記燃料流量制御手段は、パイメタルを含んで構成された弁を有してもよい。あるいは、上記燃料流量制御手段は、形状記憶合金を含んで構成された弁を有してもよい。

【0021】上記弁は、上記燃料支流路の出口部に配置されていることが好ましい。

【0022】上記燃料流量制御手段は、上記燃料ガスの温度を検出する温度検出手段と、上記温度検出手段の検出結果に応じて開度に変化する弁と、を含んで構成されることが好ましい。

【0023】上記アノード電極と隣接して配置されたセパレータを有し、上記セパレータの上記アノード電極と

の対向面に、上記燃料ガス支流路の一部を構成する溝を備え、上記弁は、上記溝内に配置されていても構わない。

【0024】上記酸化剤ガス流路は、互いに並列的に配置された複数の酸化剤支流路を含んで構成され、上記酸化剤支流路を流れる酸化剤ガスの流量を、各酸化剤支流路ごとに調整可能な酸化剤流量制御手段をさらに有してもよい。

【0025】上記酸化剤流量制御手段は、上記酸化剤支流路を通過する酸化剤ガスの温度に応じて、当該酸化剤支流路を通過する酸化剤ガスの流量を調整するものであることが好ましい。

【0026】上記酸化剤流量制御手段は、上記酸化剤ガスの温度が高いと当該酸化剤支流路を流れる酸化剤ガスの流量を減少させ、上記酸化剤ガスの温度が低いと当該支流路を流れる酸化剤ガスの流量を増大させるものであってもよい。

【0027】上記アノード電極と、電解質保持部材と、カソード電極とは積層して配置されており、上記積層方向から見て、上記燃料支流路と、上記酸化剤支流路とは、互いに交差する向きに設けられていることが好ましい。

【0028】上記燃料ガス流路は、上記燃料支流路を互いにつなぐ燃料バイパス流路をさらに備え、上記燃料流量制御手段は、上記燃料支流路を流れる燃料ガスの流量を上記燃料バイパス流路との交差点の前側と後側とで独立的に調整可能であることが好ましい。

【0029】上記酸化剤ガス流路は、上記酸化剤支流路を互いにつなぐ酸化剤バイパス流路をさらに備え、上記酸化剤流量制御手段は、上記酸化剤支流路を流れる酸化剤ガスの流量を上記酸化剤バイパス流路との交差点の前側と後側とで独立的に調整可能であることがさらに好ましい。

【0030】本発明の第3の態様としては、アノード電極と、カソード電極と、上記アノード電極と上記カソード電極との間に配置され、電解質を保持する電解質保持部材と、上記アノード電極に接して配置された燃料ガス流路と、上記カソード電極と接して配置され、互いに並列的に配置された複数の酸化剤支流路と、該酸化剤支流路間をつなぐ酸化剤バイパス流路とを含んで構成された酸化剤ガス流路と、上記燃料支流路を流れる燃料ガスの流量を、各酸化剤支流路ごとに、かつ、上記酸化剤バイパス流路との交差点の前側と後側と独立的に調整可能な酸化剤流量制御手段と、を有することを特徴とする燃料電池が提供される。

【0031】本発明の第4の態様としては、上記アノード電極に接して配置された燃料ガス流路における温度に応じて、当該燃料ガス流路における燃料ガス流量を変更することを特徴とする燃料電池の運転方法が提供される。

【0032】上記流量の変更は、上記温度が高いと上記流量を減少させ、上記温度が低いと上記流量を増大させる方向に行われるものであってもよい。

【0033】

【作用】燃料流量制御手段は、燃料支流路それぞれを通過する燃料ガスの温度（特に、出口部における温度）に応じて、当該燃料支流路を通過する燃料ガスの流量を調整する。この流量調整は、上記燃料ガスの温度が高い時には当該燃料支流路を流れる燃料ガスの流量を減少させ、上記燃料ガスの温度が低い時には当該燃料支流路を流れる燃料ガスの流量を増大させる方向に行なう。これにより、高温部への燃料ガス供給を抑制し、該高温部における反応量すなわち、発熱量を抑制する。

【0034】また、酸化剤流量制御手段は、酸化剤支流路を流れる酸化剤ガスの温度（特にでぐち部における温度）に応じて、当該酸化剤支流路を通過する酸化剤ガスの流量を調整する。この流量調整は、酸化剤ガスの温度が高いと当該酸化剤支流路を流れる酸化剤ガスの流量を減少させ、上記酸化剤ガスの温度が低いと当該支流路を流れる酸化剤ガスの流量を増大させる方向に行なう。これにより、高温部への酸化剤ガスの供給量を増大し、該高温部において酸化剤ガスが奪う熱の量（高温部における冷却能力）を増大する。

【0035】なお、低温部においては、上述の説明とは逆に、発熱量の増大と、冷却能力の抑制が行われる。

【0036】燃料支流路と、酸化剤支流路とを互いに交差する向きに設けておけば、異常部においては、上記発熱量制御の効果と、冷却能力制御の効果とが重複して作用する。従って、他の正常な領域に与える影響を最小限にとどめつつ、最大の効果を得ることができる。

【0037】酸化剤バイパス流路、燃料バイパス流路を備えた例では温度等の均一化をよりきめ細かに行うことができる。

【0038】

【実施例】本発明の第1の実施例を図面を用いて説明する。

【0039】本実施例の燃料電池は、図1に示すとおり、ポンプ91、92によって供給される燃料ガスと酸化剤ガスとを反応させて発電を行う。そして、発電した電気を負荷に供給している。

【0040】燃料電池は、複数個の単電池を積層して構成されている。本実施例の燃料電池の基本となる単電池の構成を図2に示す。

【0041】該単電池は、電解質板3と、電解質板3を挟んでその両側に配置されるアノード電極2およびカソード電極4と、セパレータ1とを含んで構成されている。なお、セパレータ1は、単電池間を区切るためのものであって厳密には、単電池を構成するものではない。しかし、通常、該セパレータの表面に溝を設けここを燃料ガス等の流路としているためここでは、該セパレータ

も単電池の構成要素として扱うこととする。

【0042】セパレータ1は、各単電池の間を区切るものである。該セパレータ1の一面側には燃料ガス流路5を構成する複数の溝50が平行に設けられている。セパレータ1の他面側には、同様に、酸化剤ガス流路6を構成する複数の溝60が、燃料ガス流路5と直行する方向に設けられている。燃料ガスは、溝50とアノード電極2との間に形成される空間を、一方、酸化剤ガスは、溝60とカソード電極4との間に形成される空間を通過して、それぞれ一定の方向に流れる構造となっている。

【0043】さらに、本実施例のセパレータ1は、図2には描かれていないが、溝50のそれぞれに流量調節弁59を備えている。また、溝60のそれぞれに該流量調節弁69を備えている。該流量調節弁59、69を図3に示す。

【0044】流量調節弁59は、反応量（発熱量）を調整することによって、電流密度および温度を制御するためのものである。流量調節弁59は、各溝50の出口付近に配置されており、当該溝50を流れてきた燃料ガスの温度に応じて当該溝50の出口部を開閉する。流量調節弁59は、燃料ガスの温度が設計運転温度より高くなると閉じる方向（すなわち、燃料ガスの流量を減らす方向に）に作動し、逆に、設計運転温度より低くなると開く方向に（すなわち、燃料ガスの流量を増やす方向に）作動するように構成されている。また、個々の流量調節弁59は、互いに独立的に動作することができる。

【0045】本実施例においては、流量調節弁59をバimetalを用いて構成している。使用したバimetalの材質は、低膨張側材料が鉄・ニッケル合金、高膨張側材料が鉄・マンガン・クロム・合金である。該流量調節弁59は、流量の調整を効率良く行うことができるように溝50の形状に合わせた形状（本実施例においては、角型）としている。セパレータ1への取付けは、スポット溶接によって行っている。流量調節弁59の形状はこれに限定されるものではなく、円形、半円形等、適宜色々な形状を用いる事ができる。また、流量調節弁59の取り付け方法についても、溶接に限らず、ビス止め、流路との一体化構造等、他の様々な方法を適用可能である。

【0046】流量調節弁69は、冷却能力を調整することによって温度を制御しようとするものである。流量調節弁69は、酸化剤ガスの温度に応じて、当該溝60を開閉するものである。該流量調節弁69は、基本的には、流量調節弁59と同様であるが、温度変化に対する弁の作動方向が流量調節弁59とは逆にされている。つまり、流量調節弁69は、酸化剤ガスの温度が設計運転温度より高くなると、開く方向（すなわち、酸化剤ガスの流量を増やす方向に）に作動し、設計運転温度より低くなると閉じる方向（すなわち、酸化剤ガスの流量を減らす方向に）に作動するように構成されている。

【0047】セパレータ1、アノード電極2は、カソー

ド電極4、電解質板3の材質、形状等は、燃料電池の種類に応じて決定されるものである。例えば、熔融炭酸塩を電解質とする場合には、セパレータ1としてステンレス鋼を、また、アノード電極2、カソード電極3としては、ニッケル合金の多孔質体を用いることができる。また、電解質板3としては、アルミナやマグネシウムの多孔質体を用いることができる。

【0048】特許請求の範囲においていう“燃料流量制御手段”とは、本実施例においては流量調節弁59に相当するものである。“酸化剤流量制御手段”とは、流量調節弁69に相当するものである。また、“燃料支流路”とは、個々の溝50と、アノード電極2とに形成される空間に相当するものである。“互いに、並列的に配置された燃料支流路”とは、溝50a, b, c, d, e相互の位置関係を意味するものである。また、“酸化剤支流路”とは、個々の溝60と、カソード電極3とによって形成される空間として実現されている。“互いに、並列的に配置された酸化剤支流路”とは、溝60a, b, c, d, e相互の位置関係を意味するものである。

【0049】本実施例の燃料電池における温度制御動作を図4を用いて説明する。

【0050】図4は、本実施例の燃料電池のセルを上側から見た様子を示したものである。なお、燃料ガス流路5の構造を表すため、一部を透視図としている。また、セル面内に発生した高温部分（あるいは低温部分）を異常部Aとして破線の円で描いた。溝50には、燃料ガス7が白抜き矢印の方向に流れているものとする。溝60には、酸化剤ガス8が黒塗矢印の方向に流れているものとする。

【0051】燃料ガス7は、溝50を通りアノード電極2に供給される。酸化剤ガス8も同様に、溝60を通してカソード電極4に供給される。そして、アノード電極2およびカソード電極4の全面で、電気化学反応により電気と熱が発生されている。

【0052】異常部Aにおける電流密度および温度が異常に高くなっている場合には、該異常部Aに対応する位置にある溝50a, bを通過してきた燃料ガス7は高温になっている。そのため、流量調節弁59a, 59bは閉方向に作動して、溝50a, 50bを通して流れる燃料ガス7の流量を減少させる。その結果、溝50a, bに沿った領域における電気化学反応の反応量（すなわち、発熱量）が減少し、電流密度及び温度が低下する。

【0053】燃料電池では、ポンプ91等（図1参照）によって、燃料電池全体での燃料ガスの供給量を制御している。従って、溝50a, 50bを流れる燃料ガス7の量が減少させられた分だけ、そのまま燃料ガスの供給量が減少してしまうことはない。該減少分のうちの少なくとも一部に相当する量だけは、溝50c, 50d, 50eを流れる燃料ガス7の量が増大する。これによって、燃料電池全体での出力値を維持するとともに、セル

面全体での電流密度分布及び温度分布の均一化を図ることができる。このような意味において、流量調節弁59は、各溝50への燃料ガスの分配機能をも発揮していることになる。この点については、流量調節弁69も同様である。

【0054】溝60a, bを通過してきた酸化剤ガス8も同様に高温になっている。そのため、流量調節弁69a, 69bは開方向に作動して、溝60a, 60bを流れる酸化剤ガス8の流量を増大させる。その結果、溝60a, 60bに沿った領域における冷却能力が増大し、該領域における温度を下げることができる。

【0055】異常部Aにおける電流密度および温度が異常に低下している場合には、以上とは逆に作用する。すなわち、流量調節弁59a, 59bが開方向に作動し、溝50a, 50bを通して流れる燃料ガス7の流量が増大する。その結果、溝50a, bに沿った領域における電気化学反応の反応量（すなわち、発熱量）が増大し、該領域における電流密度および温度が高まる。また、流量調節弁69a, 69bが閉方向に作動し、溝60a, 60bを通して流れる酸化剤ガス8の流量が減少する。その結果、溝60a, 60bに沿った領域における冷却能力が低下し、該領域における温度が高まる。

【0056】このようなメカニズムで実現される電流密度および温度の調整機能は、流量調節弁59による発熱量の抑制（あるいは、増大）と、流量調節弁69による冷却能力の増大（あるいは、抑制）とが重複して作用する部分（この場合、異常部A）において最も効果的に発揮されることになる。

【0057】本実施例では各溝50（60）ごとにそれぞれ流量調節弁59（69）を取り付けているが、図5のごとく、複数本の溝50（60）を1つにまとめた上で流量調節弁59（69）を設けるようにしても良い。このようにすれば、コスト低減を図ることができる。逆に、図6のごとく一つの溝50（60）に複数の流量調整弁59（69）を設けても良い。このようにすれば、流量の調整可能な範囲が広がる。

【0058】本発明の第2の実施例を図7を用いて説明する。

【0059】本実施例は、セパレータ1'の各溝50（60）間をつなぐバイパス溝52（62）を設けるとともに、溝50（60）とバイパス溝52（62）との交点の直前位置にも流量調節弁59'（69'）を設けたことを特徴とするものである。以下、溝50（60）のバイパス溝52（62）よりも上流側にある部分を溝50'（60'）と、また、下流側にある部分を溝50''（60''）という。

【0060】流量調節弁59', 69'自体の構成は、上記第1の実施例と同様である。また、他の部分についても、上記第1の実施例と同様である。なお、図7（a）はセパレータ1'を溝50の側から見た図、図7

(b) はセパレータ 1' を溝 60 の側から見た図である。

【0061】バイパス溝 52 (62) は、各溝 50 (60) 間をつなぐように設けられている。これにより、例えば、溝 50 a" には、溝 50' a を通過してきたガスだけでなく、溝 50' b, c, d, e を通過してきたガスの一部も流れ込むことができる。また、逆に、溝 50' a を通過してきたガスは、溝 50 a" だけでなく溝 50' b, c, d, e にも流入可能になっている。

【0062】なお、溝 50' と、溝 50" とは、それぞれが別の“燃料支流路”を構成している。一方、“互いに、並列的に配置された燃料支流路”とは、溝 50' a, b, c, d, e 相互の位置関係、また、溝 50" a, b, c, d, e 相互の位置関係を意味するものである。同様に、並列的に配置された酸化剤支流路とは、溝 60' a, b, c, d, e 相互の位置関係、また、溝 60" a, b, c, d, e 相互の位置関係を意味するものである。

【0063】動作を説明する。

【0064】異常部 B における電流密度および温度が異常に高くなっている場合には、該異常部 B の直後の位置にある流量調節弁 59 a'、59 b' が閉方向に作動する。すると、溝 50 a'、50 b' に流入する燃料ガス 7 の流量が減少する。その結果、溝 50 a'、50 b' に沿った領域（つまり、異常部 B）における電気化学反応の反応量（すなわち、発熱量）が減少し、電流密度及び温度が低下する。

【0065】溝 50 a'、50 b' を流れる燃料ガス 7 の量が減少した分のうちの少なくとも一部は、溝 50 c'、50 d'、50 e' に流入する。そして、溝 50 a", 50 b" には、溝 50 a'、50 b' を通って流れてきたガスだけでなく、溝 50 c'、50 d'、50 e' を通って流れてきたガスもバイパス溝 52 を通じて流れ込む。従って、該溝 50 a", 50 b" に沿った領域には、燃料ガスが十分に供給される。つまり、燃料ガスは異常部 B のみを迂回して流れるため、異常部 B 以外の部分（図 7 の例では特に異常部 B の下流側部分）に与える悪影響を小さくすることができる。図 7 の例とは異なり、異常部 B がもっと下流側（つまり、溝 50" の領域）に生じた場合も同様に、燃料ガスが異常部 B を迂回して流れることができる。

【0066】一方、該異常部 B の直後の位置にある流量調節弁 69 a'、69 b' は開方向に作動する。すると、溝 60 a'、60 b' に流入する酸化剤ガス 8 の流量が増え、溝 60 a'、60 b' に沿った領域における冷却能力が増大する。その結果、異常部 B の温度が低下する。

【0067】溝 60 a'、60 b' を流れる酸化剤ガス 8 の量が増大した分だけ、溝 60 c'、60 d'、60 e' を流れる酸化剤ガス 8 の量が減少する。しかし、溝

60 c'、60 d'、60 e' の各々についてみれば、その減少量は小さいため悪影響はない。

【0068】溝 60 a'、60 b' を通って流れてきた酸化剤ガスは、溝 60 a", 60 b" だけでなく、バイパス溝 62 を通じて、溝 60 c", 60 d", 60 e" にも流れ込む。従って、該溝 60 a", 60 b" には、大量の酸化剤ガスが流れ込むことはない。つまり、酸化剤ガスは、酸化剤流路の全体から集まって、異常部 B のみを集中的に冷却した後、再び全体に広がるため、異常部 B 以外の部分（特に異常部 B の下流側部分および上流側部分）に与える影響を小さくすることができる。

【0069】バイパス溝 52 (62) をさらに多数設ければ、よりきめ細かな制御が可能となる。

【0070】該第 2 の実施例では、燃料電池全体での出力値を維持するとともに、セル面全体での電流密度分布及び温度分布のより一層の均一化を図ることができる。

【0071】以上説明した各実施例は、冷却能力と発熱量との双方の面から作用するため、電流密度および温度の制御を効果的に行うことができる。また、異常高温

（低温）部分に集中的に作用するため効率的である。温度制御に伴う発電量の低下は、他の正常な部分において補うことができるため、燃料電池全体としてみた場合には、出力の低下はほとんどない。ただし、燃料電池そのものの発電効率の低減を極力小さくするためには、冷却能力の増大は補助手段として用いることが好ましい。

【0072】なお、このような冷却能力の調整による効果は、酸化剤ガスを本来的に冷却用に用いているタイプの燃料電池、すなわち、熔融炭酸塩型燃料電池等において特に有用である。

【0073】的確な温度制御が可能となったことにより、セル面内の部分的な腐食、変形、電解質の蒸発による飛散等を防止することができる。また、燃料ガスの無駄な消費を防止できる。さらに、電流密度分布を均一化したことによって、セル性能が向上し、発電効率が上昇する。また温度の低下による発電反応低下も解消することができる。

【0074】また、複雑な制御機構等を必要としないため、装置の信頼性、製造コストの面でも有利である。

【0075】さらに、本実施例の構成は、単なる温度および電流密度の制御機構としての役割を越えて、安全機構としても機能しうるものである。つまり、流量調節弁 59、69 は、すべて互いに独立的に作動するため、燃料電池が暴走を始めた場合等においては、流量調節弁 59 のすべてが閉じた状態、流量調節弁 69 のすべてが開いた状態となることで、暴走を停止（あるいは未然に防止）することができる。しかも、その信頼性は極めて優れている。一般に、安全機構は、機器（この場合燃料電池）が正常に動作している時には、まったく作動していない。そのため、事故が発生した場合に、その安全機構が正常に作動するか否かを通常は確認できない。しか



し、本実施例においては、温度等の制御機構として普段から作動しているため、正常に動作することを常に確認することができる。

【0076】上記実施例においては、流量調節弁59、69をパイメタルを用いて実現していた。しかし、具体的な実現方法はこれに限定されるものではなく、例えば、形状記憶合金を用いてもよい。形状記憶合金としては、TiNiNb合金、FeNiC合金、FeMnSi合金等がある。どのようなものを使用するかは、使用条件等にあわせて適宜選択すれば良い。

【0077】さらには、必ずしも、1の部品が、温度を検知する機能と、検知した温度に応じて流量を調整する弁機能とを兼ね備えている必要はない。例えば、熱電対の温度センサと、開度調整可能な弁とを組み合わせることによって実現しても構わない。なお、このように温度検知機能と、流量調整機能とを分けて考えた場合でも、温度検知の対象となる領域は、流路（溝50、60）の出口部であることが好ましい。これは、温度検知を流路（溝50、60）の途中で行うと、当該温度検知対象領域よりも下流側において発生した異常を検知できないからである。これに対し、流量を調整するための弁は、必ずしも流路の出口部に配置する必要はない。弁は、流路の入り口、途中等いずれの位置に配置しても、当該流路（溝50、60）の流量を調整することが可能だからである。

【0078】上記実施例は、流量調節弁59と流量調節弁69との両方を備えていた。しかし、いずれか一方のみを備えた構成としてもある程度の効果を期待できる。

【0079】上記実施例は、セル面内における温度、電流密度の均一化を図ることをも目的としていたため、支流路を並列的、直列的に複数設けていた。また、酸化剤ガスの流路と、燃料ガスの流路とを互いに交差するような向きに設けていた。しかし、単に、温度を所定の範囲に保つことのみを目的とするのであれば、流路を複数に分けて設ける必要はない。流路を複数に分けることなく本実施例を適用した場合も、温度制御を正確に行うことができる。これは、発熱部のすぐ近くで温度の検出等を行っているからである。

【0080】最後に、上記上記実施例の適用可能な範囲について述べておく。

【0081】上記実施例では、燃料ガスについては冷却媒体としての側面に触れることなく、反応量制御という面のみ注目して説明を行った。しかし、実際には、燃料ガスも冷却媒体としても機能しうるものである。また、逆に、酸化剤ガスも反応量制御に用いることが可能である。従って、本発明を適用する際には、以下の点を考慮する必要がある。但し、現実には研究開発が行われている燃料電池の運転条件下においては、上記実施例をそのまま適用可能である。

【0082】上記実施例は、反応量が、酸化剤ガスの流

量ではなく、燃料ガスの流量によって決定されているような運転条件下（つまり、燃料ガスに対し酸化剤ガスが過剰に存在するような運転条件）においてのみ適用可能なものである。酸化剤ガスに対して燃料ガスが過剰に存在しているような運転状態においては、燃料ガスの流量を制御しても反応量を調整することはできない。このような運転条件下では、燃料ガスの流量を低減させると、単に燃料ガスによる冷却効果の低減を招くのみである。また、酸化剤ガスの流量を増大させると、かえって反応量を増大させることになる。このような運転条件下においては、反応量の制御は酸化剤ガスの流量調整によって、また、冷却能力の制御は燃料ガスの流量によって行うことができる。従って、この場合には流量調節弁59、69の作動方向を上記実施例とは逆にする。つまり、温度が高くなると、流量調節弁59が開き、一方、流量調節弁69は閉じるようにする。

【0083】また、燃料ガスに対して酸化剤ガスが過剰に存在するような運転条件下においても、燃料ガス流量がある一定レベルを越えるとそれ以上流量を増大させても反応量はほとんど増大することはない。このような運転領域においては、燃料ガス流量の増大は、燃料ガスが奪う熱の量（つまり、燃料ガスによる冷却作用）を増大させることとなり、燃料電池に対して温度を低下させるように作用する。そのため流量の調整範囲は、このような点を考慮して決定する必要がある。なお、上記ある一定レベルは、反応物質の拡散速度、拡散層の厚さ、電極表面の状態等の各種条件によって決定されるものである。

【0084】

【発明の効果】以上説明したとおり本発明によれば、燃料電池のセル面内における電流密度分布および温度分布を均一化することができる。また、セル面内の異常発熱によるセル部材の腐食、セル部材の熱膨張による変形、電解質の蒸発による飛散等を抑制することができる。また、燃料ガスの利用率が向上し発電効率が上昇する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例である燃料電池の概要を示すブロック図である。

【図2】燃料電池に含まれる単電池の基本構成を示す斜視図である。

【図3】流量調節弁59および流量調節弁69の取付け状態を示す斜視図である。

【図4】本実施例の作動原理を示す図である。

【図5】該第1の実施例の変形例を示す図である。

【図6】該第1の実施例の変形例を示す図である。

【図7】本発明の第2の実施例におけるセパレータ1'および流量調節弁59'、59"、69'、69"を示す図である。

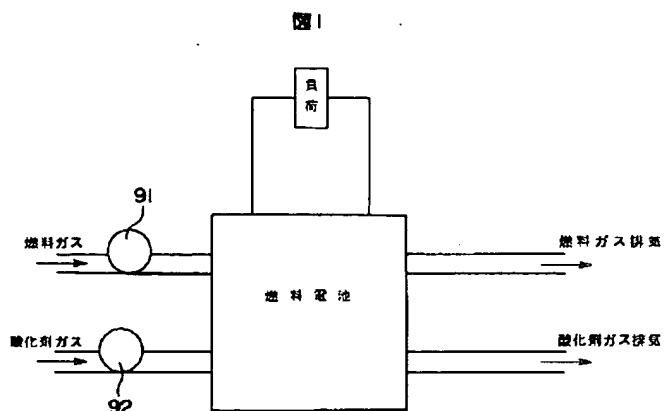
【符号の説明】

1……セパレータ、 2……アノード電極、 3……電

解質板、 4……カソード電極、 5……燃料ガス流  
路、 6……酸化剤ガス流路、 7……燃料ガス、 8  
……酸化剤ガス、 10……流量調節弁、 50……  
溝、 52……バイパス溝、 59……流量調節弁、

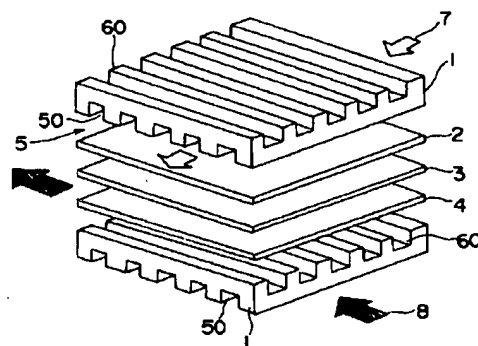
60……溝、 62……バイパス溝、 69……流量調  
節弁、 91……ポンプ、 92……ポンプ、 A……  
異常部、 B……異常部

【図1】



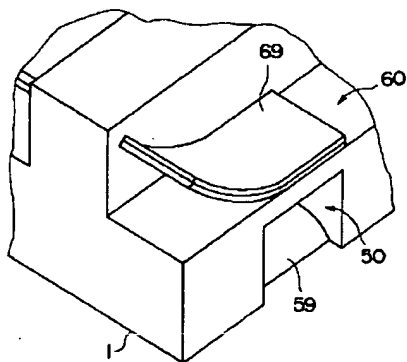
【図2】

図2



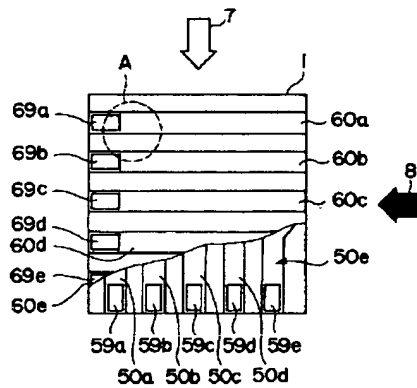
【図3】

図3



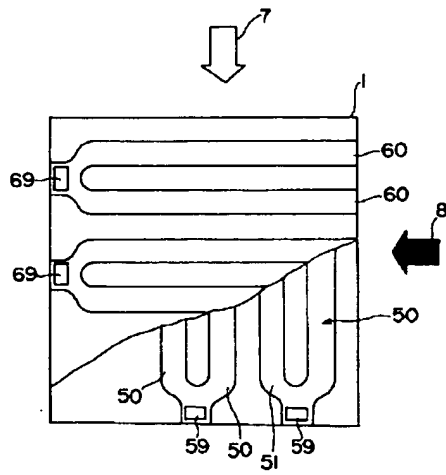
【図4】

図4



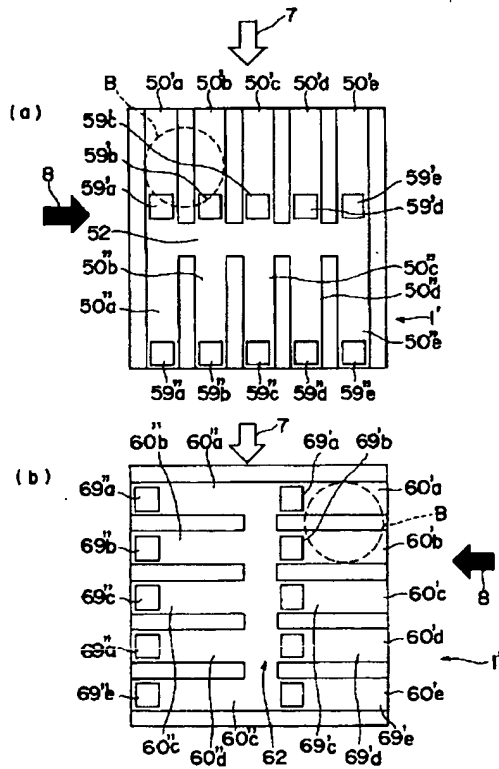
【図5】

図 5



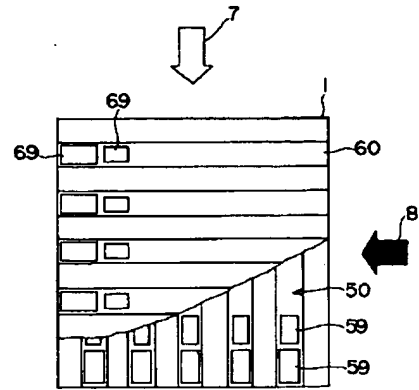
【図7】

図 7



【図6】

図 6



フロントページの続き

(72)発明者 高島 正

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会  
社日立製作所日立工場内

(72)発明者 吉田 正

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会  
社日立製作所日立工場内